

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2000年12月28日 (28.12.2000)

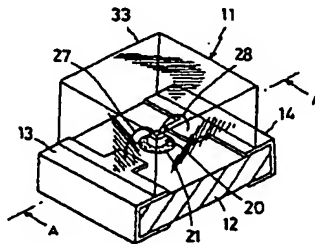
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 00/79605 A1

- (51) 国際特許分類: H01L 33/00 (72) 発明者; および  
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 深澤孝一 (FUKA-SAWA, Koichi) [JP/JP]. 宮下純二 (MIYASHITA, Junji) [JP/JP]. 土屋康介 (TSUCHIYA, Kousuke) [JP/JP]; 〒403-0001 山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号 株式会社 シチズン電子内 Yamanashi (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP00/04006
- (22) 国際出願日: 2000年6月20日 (20.06.2000)
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (74) 代理人: 弁理士 浅川 哲 (ASAKAWA, Tetsu); 〒400-0047 山梨県甲府市徳行3丁目9番25号 サンユウビル3F Yamanashi (JP).
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ: (81) 指定国 (国内): CN, KR, US.  
特願平11/176350 1999年6月23日 (23.06.1999) JP  
特願平11/193441 1999年7月7日 (07.07.1999) JP  
特願平11/204623 1999年7月19日 (19.07.1999) JP (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (DE, FI, FR, GB, SE).
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 シチズン電子 (CITIZEN ELECTRONICS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒403-0001 山梨県富士吉田市上暮地1丁目23番1号 Yamanashi (JP).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: LIGHT EMITTING DIODE

(54) 発明の名称: 発光ダイオード



(57) Abstract: A light emitting diode comprising a light emitting diode element (20) mounted on a glass fiber based epoxy resin board (12) and a resin sealing body (33) for protecting the front surface of the light emitting diode element (20), wherein the light emitting diode element (20) uses a blue-emission light emitting diode element formed by a gallium nitride compound semiconductor, and a fluorescent material-containing layer (21) in which a fluorescent material is dispersed in an adhesive is provided on the rear surface of this light emitting diode. High-luminance white-emission is obtained by subjecting the blue-emission on the rear surface of the element (20) to wavelength conversion.

[続葉有]



---

(57) 要約:

ガラエポ基板 12 に発光ダイオード素子 20 が搭載されると共に、この発光ダイオード素子 20 の表面側が樹脂封止体 33 によって保護されている発光ダイオードにおいて、前記発光ダイオード素子 20 に窒化ガリウム系化合物半導体によって形成された青色発光の発光ダイオード素子を用い、この発光ダイオード素子の裏面側に接着剤の中に蛍光材を分散させた蛍光材含有層 21 を設ける。発光ダイオード素子 20 の裏面側で青色発光を波長変換することによって高輝度の白色発光が得られる。

## 明 細 書

## 発光ダイオード

## 5 技術分野

本発明は、波長変換型の発光ダイオードに係り、特に青色発光を白色に変換するタイプの発光ダイオードに関するものである。

## 背景技術

- 10 従来、この種の波長変換型の発光ダイオードとしては、例えば第 2 2 図に示したもの（特許第 2 9 0 0 9 2 8 号）と、第 2 3 図に示したもの（特開平 7 - 9 9 3 4 5 号）とが知られている。前者のものは、リードフレーム型の発光ダイオード 1 であって、リードフレームの一方のメタルステム 2 に凹部 3 を設け、この凹部 3 に窒化ガリウム系化合物半導体
- 15 からなる発光ダイオード素子 4 を載せて固着すると共に、この発光ダイオード素子 4 と前記メタルステム 2 及びリードフレームの他方のメタルポスト 5 とをそれぞれボンディングワイヤ 6, 7 によって接続し、さらに全体を砲弾形の透明樹脂 9 によって封止した構造のものである。前記透明樹脂 9 の中には波長変換用の蛍光材 8 が分散しており、発光ダイオ
- 20 ード 1 を点灯させた時には、発光ダイオード素子 4 から発した光が蛍光物質 8 に当たって黄色に波長変換され、発光ダイオード素子 4 の元来の青色発光と混色して白色の発光色を得ることができる。

- また、後者のものは、前記メタルステム 2 の凹部 3 に窒化ガリウム系化合物半導体からなる青色発光の発光ダイオード素子 4 を載せて固着す
- 25 ると共に、この発光ダイオード素子 4 の上方を被うように前記凹部 3 内に蛍光材含有樹脂 8 を充填したものである。したがって、このような構成からなる発光ダイオード 1 にあっては、発光ダイオード素子 4 から発

した青色発光が蛍光材含有樹脂 8 内の蛍光材を励起し、これによって波長変換された光が発光ダイオード素子 4 の元来の青色発光と混色して白色発光として得られる。

- しかしながら、上記従来の発光ダイオード 1 にあっては、前者の場合、
- 5 発光ダイオード素子 4 を封止している透明樹脂 9 の中に蛍光材 8 を分散させたものであるため、透明樹脂 9 を通過する光の透過率が落ちてしまい、白色発光の輝度が低下するといった問題があった他、透明樹脂 9 に比べて蛍光材 8 の比重が大きいため均一に分散させることが難しく、別々の発光ダイオード間のみならず一つの発光ダイオードの中でも色度の
- 10 のバラツキが生じてしまうといった問題があった。

一方、後者の場合、発光ダイオード素子 4 の上部近傍を蛍光材含有樹脂 8 で被っているため、発光ダイオード素子 4 からの光透過が蛍光材によって妨げられて高輝度の白色発光が得られないといった問題があった。

- そこで、本発明は、白色発光の輝度の向上を図ると共に色度のバラツ
- 15 キを抑えるようにした発光ダイオードを提供することを目的とする。

#### 発明の開示

- 本発明に係る発光ダイオードは、基材上に発光ダイオード素子が搭載されると共に、この発光ダイオード素子の表面側が樹脂封止体によって
- 20 保護されてなる発光ダイオードにおいて、前記発光ダイオード素子の裏面側に蛍光材含有層を設けたことを特徴とする。

- この発明によれば、発光ダイオード素子の裏面側に蛍光材含有層を配置し、発光ダイオード素子からの光の波長変換を発光ダイオード素子の裏面側で行うようにしたので、発光ダイオード素子の表面側を保護する
- 25 樹脂封止体の中に波長変換用の蛍光材を分散させる必要がない。そのため、樹脂封止体における光の透過率が良くなって、発光ダイオードの発光輝度を上げることができる。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記発光ダイオード素子が窒化ガリウム系化合物半導体又はSiC系化合物半導体によって形成された青色発光の発光ダイオード素子であることを特徴とする。

この発明によれば、上記化合物によって形成される青色発光の発光ダイオード素子の裏面側に蛍光材含有層を配置し、発光ダイオード素子からの光の波長変換を発光ダイオード素子の裏面側で行うようにしたので、  
5 発光輝度の高い白色発光が得られる。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、基材上に2以上の発光ダイオード素子が搭載されると共に、この発光ダイオード素子の表面側が樹脂封止体によって保護されてなる発光ダイオードにおいて、  
10 前記2以上の発光ダイオード素子のうち、少なくとも1つが窒化ガリウム系化合物半導体又はSiC系化合物半導体によって形成された青色発光の発光ダイオード素子であり、この青色発光の発光ダイオード素子の裏面側に蛍光材含有層が設けられていることを特徴とする。

この発明によれば、白色発光を含む多色発光を簡易な手段によって達成することができる。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記蛍光材含有層が接着剤の中に蛍光材を分散させたものであり、この蛍光材含有層の接合作用によって発光ダイオード素子の裏面を基材に固着したことを特徴  
20 とする。

この発明によれば、蛍光材を接着剤の中に分散させたことで、発光ダイオード素子の接着工程の中で蛍光材の配置を同時に行なうことができる。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記蛍光材含有層の蛍光材と接着剤とが分離して形成され、基材の上面には蛍光材含有樹脂層と接着剤層とが層状に形成されることを特徴とする。  
25

この発明によれば、基材上には蛍光材と接着剤とが分離した状態で層

状に形成されることから、蛍光材含の厚みを大きく確保することができる  
ると共に厚みの調整が容易であるため、青色発光との混色度合いを調整  
し易いといったメリットがある。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記蛍光材含有層  
5 が基材の上面に印刷手段を用いて形成されることを特徴とする。

この発明によれば、多重印刷が可能なので、蛍光材含有層の厚みを確  
保できると共にその厚みを管理することができる。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記蛍光材含有層  
が基材の上面に貼付された蛍光材含有樹脂シートであることを特徴とす  
10 る。

この発明によれば、蛍光材含有樹脂シートの厚みを適宜調整すること  
で、前述と同様、蛍光材含有層の厚みを確保できると共にその厚みを管  
理することができる。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記蛍光材がイッ  
15 トリウム化合物であることを特徴とする。

この発明によれば、蛍光材にイットリウム化合物を用いたことで、短  
波長の可視光を長波長の可視光に効果的に波長変換することができる。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記蛍光材含有層  
の周囲が前記基材の上面に設けられた堰によって囲まれていることを特  
20 徴とする。

この発明によれば、蛍光材含有層の周囲を堰によって囲むことで、蛍  
光材含有層を所定の厚みに確保できると共に、発光ダイオード素子の下面全域に亘って均一な厚みを確保することができる。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記蛍光材含有層  
25 の下面側又は基材上面に反射面が設けられることを特徴とする。

この発明によれば、銅箔やアルミ箔など反射率の高い薄膜層を蛍光材  
含有層の下面側に設けることで、蛍光材によって波長変換した後の黄色

発光を効率的に上方へ反射させることができる。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記発光ダイオード素子の周囲には上方に向かって外側に傾斜する反射面が設けられることを特徴とする。

- 5      この発明によれば、発光ダイオード素子から四方八方に発光した光が反射面によって上方向へ集光されるために、一層の輝度アップが図られる。

また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記樹脂封止体の上面側には凸状のレンズ部が形成されていることを特徴とする。

- 10      この発明によれば、樹脂封止体の上面に凸状のレンズ部を形成したことで、樹脂封止体の中を直進した光が境界面で上方向に屈折して上方向への集光性が高められることになる。

- また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記樹脂封止体の上面側が平面状に形成され、この上面側に蛍光材含有層が形成されることを特徴とする。
- 15

この発明によれば、樹脂封止体の上面側に蛍光材含有層を形成したことで、上面側での色調整が可能となる。

- また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記基材がガラスエポキシ基板又は液晶ポリマからなる立体成形基板、あるいは薄板金属基板のいずれかであることを特徴とする。
- 20

この発明によれば、ガラスエポキシ基板、液晶ポリマからなる立体成形基板及び薄板金属基板を発光ダイオードの基材として選択することができる。

- また、本発明の別の態様に係る発光ダイオードは、前記発光ダイオード素子が基材に設けられた一对の電極に接続されており、この電極がマザーボード上のプリント配線に直接表面実装されることを特徴とする。
- 25

この発明によれば、表面実装タイプのチップ型発光ダイオードとして

最適であり、量産性にも優れた構造である。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図は、本発明の第 1 実施例を示す発光ダイオードの斜視図である。

5 第 2 図は、マザーボードに実装した時の第 1 図における A - A 線に沿った断面図である。

第 3 図は、上記発光ダイオードにおいて、発光ダイオード素子の裏面側での波長変換の原理を示す概念図である。

10 第 4 図は、カソード電極の上に発光ダイオード素子を載置した時の発光ダイオードの斜視図である。

第 5 図は、本発明の第 2 実施例において、堰が設けられたカソード電極の一部を示す斜視図である。

第 6 図は、上記第 2 実施例における発光ダイオードの断面図である。

15 第 7 図は、封止樹脂体に凸状のレンズ部が形成された本発明の第 3 実施例を示す発光ダイオードの斜視図である。

第 8 図は、マザーボードに実装した時の第 7 図における B - B 線に沿った断面図である。

第 9 図は、発光ダイオード素子の周りに反射枠が配置された本発明の第 4 実施例を示す発光ダイオードの断面図である。

20 第 10 図は、前記第 4 実施例において、直方体の樹脂封止体からなる発光ダイオードの断面図である。

第 11 図は、立体成形基板を用いた本発明の第 5 実施例を示す発光ダイオードの斜視図である。

第 12 図は、上記第 11 図において C - C 線に沿った断面図である。

25 第 13 図は、立体成形基板を用いた本発明の第 6 実施例を示す発光ダイオードの断面図である。

第 14 図は、封止樹脂体の上面側に蛍光材含有層を形成した本発明の



第 7 実施例を示す発光ダイオードの断面図である。

第 15 図は、蛍光材含有層の蛍光材と接着剤とを分離された本発明の第 8 実施例を示す発光ダイオードの断面図である。

第 16 図は、薄板金属基板を用いた本発明の第 9 実施例を示す発光ダイオードの斜視図である。

第 17 図は、上記第 16 図において D-D 線に沿った断面図である。

第 18 図は、薄板金属基板を用いた他の実施例を示す発光ダイオードの断面図である。

第 19 図は、本発明の第 10 実施例を示す多色発光ダイオードの斜視図である。

第 20 図は、本発明の第 11 実施例を示す多色発光ダイオードの斜視図である。

第 21 図は、本発明の第 12 実施例を示す多色発光ダイオードの斜視図である。

第 22 図は、従来の波長変換型発光ダイオードの一例を示す断面図である。

第 23 図は、従来の波長変換型発光ダイオードの他の例を示す断面図である。

## 20 発明を実施するための最良の形態

本発明の発光ダイオードをより詳細に説述するために、添付の図面に従ってこれを説明する。

第 1 図乃至第 3 図は、表面実装型の発光ダイオードに適用した場合の実施例を示したものである。この実施例に係る表面実装型の発光ダイオード 11 は、基材となる矩形状のガラスエポキシ基板（以下、ガラエポ基板という）12 に一対の上面電極 13、14（カソード電極とアノード電極）をパターン形成し、これと一体に形成された下面電極をマザー

ボード 15 上のプリント配線 16, 17 に半田 18 で固定することによって表面実装を実現するものである。

前記ガラエポ基板 12 の上面中央部には発光ダイオード素子 20 が搭載され、その裏面側に塗布された蛍光材含有層 21 によってガラエポ基板 12 に固着されている。この発光ダイオード素子 20 は窒化ガリウム系化合物半導体からなる青色発光素子であり、第 3 図に示したように、サファイヤ基板 22 の上面に n 型半導体 23 と p 型半導体 24 を成長させた構造からなる。n 型半導体 23 及び p 型半導体 24 は電極 25, 26 を備えており、前記ガラエポ基板 12 に設けられた上面電極 13, 14 にボンディングワイヤ 27, 28 によって接続されることで青色発光する。

一方、発光ダイオード素子 20 の裏面側に設けられた蛍光材含有層 21 は、第 3 図に示したように、接着剤 29 をベースとした中に適量の蛍光材 30 を均一に分散させたものである。これをガラエポ基板 12 の上面に所定の厚さになるように印刷塗布し、その上に発光ダイオード素子 20 を載せ置き、接着剤 29 を加熱固化することで、発光ダイオード素子 20 の裏面がガラエポ基板 12 の上面に固着される。接着剤 29 とガラエポ基板 12 との間に強い接着力が得られるので、蛍光材含有層 21 が剥離するようなことはない。なお、樹脂材の中に蛍光材を練り込んだ蛍光材含有樹脂シートを形成し、この蛍光材含有樹脂シートを基材の上面に貼付して蛍光材含有層とすることもできる。

前記蛍光材 30 は、発光ダイオード素子 20 からの発光エネルギーによって励起され、短波長の可視光を長波長の可視光に変換するものであり、例えばイットリウム化合物等の蛍光物質が用いられる。

従って、上記発光ダイオード素子 20 にあつては、n 型半導体 23 と p 型半導体 24 との境界面から上方、側方及び下方へ青色光 31 が発光するが、特に下方側へ発光した青色光 31 は蛍光材含有層 21 の中に分

散されている蛍光材 30 に当たって蛍光材 30 を励起し、黄色光 32 に波長変換されて四方八方に発光する。そして、この黄色光 32 が前記発光ダイオード素子 20 の上方及び側方へ発光した青色光 31 と混色し、発光ダイオード 11 を見た時に白色発光が得られることになる。

- 5      上記発光ダイオード素子 20 の表面側は、直方体形状の樹脂封止体 33 によって保護され、前述の青色光 31 及び波長変換された黄色光 32 がこの中を直進するが、この樹脂封止体 33 がエポキシ系の透明樹脂を主成分としており、従来と異なって蛍光材が分散されてないので光の透過率が良く、結果的に混色された白色発光の輝度アップが図られることになる。
- 10      また、この実施例では接着剤 29 の中に蛍光材 30 を分散させているので、従来のように樹脂封止体の中に蛍光材を分散させるのとは異なって、蛍光材 30 の分散に偏りが生ずるといったことがなく、発光時における色度のバラツキが抑えられることになる。さらに、この実施例では蛍光材含有層 21 が樹脂封止体 33 の上面から遠く離れており、
- 15      しかも発光ダイオード素子 20 の裏面側に隠れているので、紫外線の影響を受けにくい構造となっている。なお、樹脂封止体 33 の中に二酸化ケイ素等の拡散剤を混入させることによって、より均一な発光を得ることもできる。

- 20      上記蛍光材含有層 21 の下面側に銅箔やアルミ箔など反射率の高い薄膜層を設けたり、又は第 4 図に示したように、一方の上面電極（カソード電極）13 を延長して載置面 35 を形成し、この載置面 35 の上に蛍光材含有層 21 を介して発光ダイオード素子 20 を固定することによっても、発光ダイオード素子 20 の裏面側に発した光の反射効率を上げることができる。

- 25      第 5 図及び第 6 図は、本発明の第 2 実施例を示したものである。この実施例では上記上面電極 13 から延長した載置面 35 に発光ダイオード素子 20 の平面形状より少し小さめの角孔 37 を開設し、この角孔 37

内に上記蛍光材含有層 21 を充填し、その上に発光ダイオード素子 20 を載置して固定したものであり、その他の構成は上記第 1 実施例と同様である。この実施例においては、蛍光材含有層 21 をこの角孔 37 に充填した時に、角孔 37 の内周縁が堰 38 の役目をして蛍光材含有層 21 の流れ出しを防ぐので、所定の厚みを確保することができると共に、発光ダイオード素子 20 の下面全域に亘って均一な厚みを確保することができる。なお、所定の厚みを確保するための堰 38 は、上記上面電極 13 の一部をなす載置面 35 に限定されるものではない。

第 7 図及び第 8 図は、本発明の第 3 実施例を示したものである。この実施例では発光ダイオード素子 20 の表面側を保護する樹脂封止体 36 が半球状に形成されており、凸状のレンズ部として働くことで上方向への集光性を高めている。即ち、樹脂封止体 36 の中を直進した光が境界面で上方向に屈折し、集光性が高められることで白色発光の輝度アップが図られることになる。

第 9 図は、本発明の第 4 実施例を示したものである。この実施例ではガラエポ基板 12 の上面中央部に円筒状の反射枠 40 を配置し、その中に発光ダイオード素子 20 を載置すると共に、この発光ダイオード素子 20 の表面側を前記第 3 実施例と同様、半球状の樹脂封止体 36 によって保護したものである。反射枠 40 は、その内周壁 41 が上方に向かって外側に傾斜したテーパ状の反射面を形成しており、発光ダイオード素子 20 から発した光を内周壁 41 に反射させて上方向へ集光させる。発光ダイオード素子 20 は、上述した第 3 図と同様、接着剤 29 の中に蛍光材 30 を分散させた蛍光材含有層 21 を介してガラエポ基板 12 の上面に固着されている。蛍光材含有層 21 を設ける際に、反射枠 40 の内周壁 41 の下端周縁が堰となって蛍光材含有層 21 の流れ出しを防止し、所定の層厚を確保することができる。

従って、この実施例によれば、発光ダイオード素子 20 の裏面側に発

光した光によって蛍光材含有層 2 1 の中に分散されている蛍光材 3 0 を励起し、この励起によって波長変換した光が反射枠 4 0 の内周壁 4 1 に反射して上方へ集光する。このように、反射枠 4 0 によって集光された反射光及び発光ダイオード素子 2 0 から直接樹脂封止体 3 6 の中を進む光は、共に樹脂封止体 3 6 の境界面でさらに上方向へ集光されるために、前記実施例に比べてより高輝度の白色発光が得られることになる。なお、第 1 0 図に示したように、直方体形状の樹脂封止体 3 3 の中に前記と同様の反射枠 4 0 を設けても良いが、その場合には反射枠 4 0 による集光効果だけが得られる。

10 第 1 1 図及び第 1 2 図は、本発明の第 5 実施例を示したものである。この実施例に係る発光ダイオード 1 1 は、液晶ポリマを用いて成形した立体成形基板 4 5 を基材としており、立体成形基板 4 5 の中央部にすり鉢状のカップ部 4 6 が形成されている。立体成形基板 4 5 の上面には中央部のスリット 4 7 を挟んで左右にカソード及びアノードの上面電極 1 3, 1 4 が形成されている他、前記カップ部 4 6 の内周面には、前記上面電極 1 3, 1 4 と一体成形の反射面 4 8 が形成されている。この反射面 4 8 は、カップ部 4 6 の底部 4 9 において円形にくり貫かれており、立体成形基板 4 5 が直接見えている。そして、この底部 4 9 には前述と同様の蛍光材含有層 2 1 が塗布され、その上に載置された発光ダイオード素子 2 0 が固着されている。なお、発光ダイオード素子 2 0 の一対の電極と、前記上面電極 1 3, 1 4 とはボンディングワイヤ 2 7, 2 8 によって接続されている。この実施例においても蛍光材含有層 2 1 を設ける際には、反射面 4 8 の下端周縁が堰となって蛍光材含有層 2 1 の流れ出しを防止し、所定の層厚を確保する。

25 また、前記発光ダイオード素子 2 0 及びボンディングワイヤ 2 7, 2 8 は、カップ部 4 6 を含んで立体成形基板 4 5 の上面側に形成された透明の樹脂封止体 3 3 によって保護されている。この実施例では立体成形

基板 4 5 の上面側に突出する樹脂封止体 3 3 の厚みが抑えられ、発光ダイオード 1 1 全体が薄型となる。なお、立体成形基板 4 5 の下面側には、前記上面電極 1 3、1 4 と一体成形の下面電極が形成されている。

従って、この実施例においても、発光ダイオード素子 2 0 の裏面側に  
5 発光した光によって蛍光材含有層 2 1 の中に分散されている蛍光材 3 0 を励起し、この励起によって波長変換した光がカップ部 4 6 の反射面 4 8 に反射し、上方側に進むことで集光性が高められ、高輝度の白色発光が得られることになる。

第 1 3 図は、本発明の第 6 実施例を示したものである。この実施例に  
10 係る発光ダイオード 1 1 は、前記第 5 実施例と同様に立体成形基板 4 5 を用いたものであるが、発光ダイオード素子 2 0 の表面側を封止する樹脂封止体 3 6 が半球状に形成されている点が異なる。樹脂封止体 3 6 の頂部を発光ダイオード素子 2 0 の略真上に位置させることで集光性が高められるため、カップ部 4 6 の反射面 4 8 による集光効果に加えて樹脂  
15 封止体 3 6 による集光性も期待でき、一段と高輝度の白色発光が得られることになる。

第 1 4 図は本発明の第 7 実施例を示したものである。この実施例では直方体形状の樹脂封止体 3 3 の上面側に蛍光材含有層 3 9 を薄く形成し、上面での色調整を可能としている。蛍光材含有層 3 9 は、有機溶媒の中  
20 に上記イットリウム系の蛍光材 3 0 又は別の蛍光材を分散させたものであり、塗料として樹脂封止体 3 3 の上面に印刷したり、シート状に形成したものを貼付してもよい。蛍光材含有層 3 9 は薄く形成されることから、これによって樹脂封止体 3 3 での光透過率の低下を最小限に抑えることができる。

25 第 1 5 図は本発明の第 8 実施例を示したものである。上記の実施例とは異なって、接着剤 2 9 と蛍光材 3 0 とを分離し、透明の有機溶媒の中に上述の蛍光材 3 0 を分散させた蛍光材含有樹脂 4 4 をガラエポ基板 1

2の上面に印刷塗布し、重ね刷りなどによって所定の厚みに形成したものである。蛍光材含有樹脂44を乾燥させた後、この上に透明の接着剤29を塗布して2層構造とし、その上に発光ダイオード素子20を載置して固定する。この実施例にあっては、発光ダイオード素子20の裏面側へ発した青色発光が、接着剤29を通過したあと蛍光材含有樹脂44に分散された蛍光材30に当たって蛍光材30を励起させ、黄色発光に波長変換されて四方八方に発光するが、蛍光材含有樹脂44の厚みを大きく確保することができると共に厚みの調整が容易であるため、青色発光との混色度合いを調整し易いといったメリットがある。なお、前記蛍光材含有樹脂以外にも蛍光材含有シートを貼付することによって形成することができる。

第16図及び第17図は、本発明の第9実施例を示したものであり、上記ガラエポ基板12の代わりに、所定の形状にプレス成形した薄板金属基板50を基材として用いている。この薄板金属基板50の材料には熱伝導率の良い銅や鉄あるいはリン青銅などが用いられ、中央部分にすり鉢状のカップ部51がプレス成形によって形成されている。カップ部51の底面52には上記第1実施例と同様、接着剤29の中に蛍光材30を分散させた蛍光材含有層21が設けられ、その上に発光ダイオード素子20が固着されている。この実施例では薄板金属基板50の上に直接蛍光材含有層21を塗布することから、接着剤29の絶縁性が要求される。また、この実施例では薄板金属基板50の剛性を確保するために、該基板の裏面側の凹みにエポキシ樹脂53が充填されている。薄板金属基板50の一端側には分割スリット54が形成されており、左右に分割された薄板金属基板50自体が一对の上面電極を形成している。

従って、発光ダイオード素子20の各電極と薄板金属基板50の左右上面とをボンディングワイヤ27、28によって接続することで発光ダイオード素子20への導通が図られる。前記カップ部51の内周壁はテ

一バ状の反射面 55 になっており、発光ダイオード素子 20 の表面側を封止する半球状の樹脂封止体 36 と共に集光性を高めている。なお、この実施例においても反射面 55 の下端周縁が蛍光材含有層 21 の厚みを確保する堰の役割を果たしている。

- 5       なお、薄板金属基板 50 を用いた発光ダイオード 11 においても、第 18 図に示したように、上面を平らに形成した直方体形状の樹脂封止体 33 としてもよい。この場合、分割スリット 54 は絶縁テープ 56 によって塞がれている。

- 10       第 19 図は、本発明の第 10 実施例を示したものである。多色発光ダイオード 11a に適用したこの実施例では、基材となる矩形状のガラスエポキシ基板 12 の上面にカソード電極 13a、13b とアノード電極 14a、14b が左右に並んでパターン形成され、各スルーホール 19 によって裏側に下面電極が回り込んだ構成である。

- 15       前記ガラエポ基板 12 の上面に形成された一対のカソード電極 13a、13b 上には第 1 の発光ダイオード素子 20a と第 2 の発光ダイオード素子 20b がそれぞれ搭載されている。第 1 の発光ダイオード素子 20a は、前述した窒化ガリウム系化合物半導体からなる青色発光素子であり、前記カソード電極 13a 及びアノード電極 14a にボンディングワイヤ 27、28 によって接続されている。

- 20       また、第 1 の発光ダイオード素子 20a は、その裏面側に設けた蛍光材含有層 21 を介してカソード電極 13a の上面に接着されている。この蛍光材含有層 21 は、前述したように、絶縁性の接着剤をベースとしてその中に適当量の蛍光材を均一に分散させたものである。これをカソード電極 13a の上面に所定の厚さになるように塗布し、その上に発光  
25       ダイオード素子 20a を載せ置き、接着剤を加熱固化することで、第 1 の発光ダイオード素子 20a の裏面がカソード電極 13a の上面に固定される。



一方、第2の発光ダイオード素子20bは、リン化ガリウムアルミニウムインジウム系化合物半導体（GaAlInP）を材料とした赤色発光ダイオード素子であり、カソード電極13bの上に導電性接着剤43を介して固定され、アノード電極14bとはボンディングワイヤ28によって接続されている。

また、ガラエポ基板12の上面に並んで配置された発光ダイオード素子20a、20bの表面側は、透明の樹脂封止体33によって保護されている。この樹脂封止体33は、エポキシ樹脂を主成分としたものであり、上記カソード電極13a、13b及びアノード電極14a、14bの各スルーホール19を残してガラエポ基板12の上面側に直方体形状に形成されている。

従って、上記実施例における多色発光ダイオード11aにあっては、第1の発光ダイオード素子20aに電流が流れると、前述の第3図に示したように、n型半導体23とp型半導体24との境界面で青色発光し、この青色発光が上方、側方及び下方へ青色光31として発光する。特に下方側へ発光した青色光31は蛍光材含有層21の中に分散されている蛍光材30を励起し、波長変換を受けて四方八方に黄色光32として発光する。そして、この黄色光32が前記第1の発光ダイオード素子20aの上方及び側方へ発光した青色光31と混色し、多色発光ダイオード11aを見た時に白色発光として認識される。第1の発光ダイオード素子20aの表面側は直方体形状の樹脂封止体33によって保護され、前述の青色光31及び波長変換された黄色光32がこの中を直進するが、この樹脂封止体33がエポキシ系の透明樹脂を主成分としており、従来と異なって蛍光材を含まないので光の透過率が良く、結果的に白色発光の輝度アップが図られることになる。また、この実施例では第1の発光ダイオード素子20aに電流を流すだけで白色発光が得られるので、従来のように複数の発光ダイオード素子の混色によって白色発光を得る場

合に比べて電流消費量が格段に少なくて済む。

一方、赤色発光を得る場合には、第2の発光ダイオード素子20bに電流を流すことで得られるが、樹脂封止体33が透明であることから光の透過率が低下することなく高輝度の赤色発光が得られる。

- 5 第20図は、本発明の第11実施例を示したものであり、第2の発光ダイオード素子20bを前記実施例における赤色発光から青色発光のものに代え、これをカソード電極13bの上に載置したものである。この青色の発光ダイオード素子20bは、第1の発光ダイオード素子20aと同じ窒化ガリウム系化合物半導体を材料としたものである。従って、
- 10 カソード電極13bの上面には絶縁性の接着剤42を介して固定され、カソード電極13b及びアノード電極14bとはそれぞれボンディングワイヤ27、28で導通が図られている。なお、その他の構成は前記第10実施例と同様であるので、詳細な説明は省略する。

- この実施例にあつては、第1の発光ダイオード素子20aは上記実施
- 15 例と同様、白色発光が得られる一方、第2の発光ダイオード素子20bに電流を供給したときには青色発光が得られる。このように、全く同じ形態の発光ダイオード素子を搭載しながら、青色と白色の2色発光を容易に得ることができる。

- 第21図は、本発明の第12実施例を示したものである。この実施例
- 20 に係る多色発光ダイオードはフルカラーのものであるが、従来とは異なって4個の発光ダイオード素子によってあらゆる色を表現することが可能である。即ち、白色発光を第1の発光ダイオード素子20aによって発光させ、白色以外のあらゆる色を第2、第3、第4の発光ダイオード素子20b、20c、20dの組み合わせによって表示する構成である。
- 25 横長のガラエポ基板12上にカソード電極13a～13dとアノード電極14a～14dを4列に並べて形成し、カソード電極13a～13d上に第1～第4の発光ダイオード素子20a～20dを順に搭載したも

のである。この実施例では第1～第4の発光ダイオード素子20a, 20b, 20c, 20dは、それぞれが白色、緑色、青色、赤色の各発光ダイオード素子であり、第1～第3の発光ダイオード20a, 20b, 20cは、いずれも窒化ガリウム系化合物半導体を材料とし、第4の発  
5 光ダイオード素子20dはリン化ガリウムアルミニウムインジウム系化合物半導体を材料としている。

前記第1の発光ダイオード20aは、蛍光材含有層21によってカソード電極13aの上面に固着され、第2及び第3の発光ダイオード素子20b, 20dは絶縁性の接着剤42によってカソード電極13b, 1  
10 3cの上面に固着されている。また、第4の発光ダイオード素子20dは導電性接着剤43によってカソード電極13dの上面に固着されている。なお、第1～第3の発光ダイオード素子20a, 20b, 20cは、各カソード電極13a, 13b, 13cとボンディングワイヤ27によ  
15 って接続され、また、アノード電極14a, 14b, 14c, 14dとは第4の発光ダイオード素子20dも含めてボンディングワイヤ28によって接続されている。第1～第4の発光ダイオード素子20a～20dの上方は、一体に成形した直方体形状の樹脂封止体33によって保護されている。

従って、この実施例ではそれぞれの発光ダイオード素子20a, 20  
20 b, 20c, 20dを単色発光できることは勿論、緑色、青色、赤色を発光する第2～第4の発光ダイオード素子20b, 20c, 20dの電流値を制御することであらゆる色を発光させることができる。また、白色発光は第1の発光ダイオード素子20aを単色発光させることで得られ、従来のフルカラー発光ダイオードのように、微妙な電流制御を行う  
25 必要がない。

なお、上記いずれの実施例も、第2図に示したように、マザーボード15上のプリント配線16, 17に直接表面実装されるチップ型の発光

ダイオードについて説明したものであるが、この発明の発光ダイオードは、従来例で説明したリードフレーム型のものにも適用することができる。即ち、発光ダイオード素子が載置されるメタルシステムの凹部に蛍光材を含有した接着剤を塗布し、その上に窒化ガリウム系化合物半導体からなる発光ダイオード素子を固着することで、砲弾形の樹脂封止体の中に蛍光材を分散させなくても高輝度の白色発光を得ることができる。

また、上記いずれの実施例も発光ダイオード素子と一對の上面電極をボンディングワイヤによって接続した場合について説明したが、この発明はこれに限定されるものではなく、例えば半田バンプを用いたフリップチップ実装などの接続方法も含まれるものである。

さらに、上記いずれの実施例では発光ダイオード素子に窒化ガリウム系化合物半導体を用いた場合について説明したが、SiC系化合物半導体によって形成された青色発光の発光ダイオード素子を用いた場合にも同様の構成を取り得ることができる。

15

#### 産業上の利用可能性

以上のように、本発明に係る発光ダイオードは、高輝度の白色発光が得られることから、各種表示装置や光通信の白色光源等として有用である。

20 また、本発明に係る発光ダイオードは、電流消費量が少なく且つ電流制御が容易な多色発光ダイオードとして有用である。

## 請 求 の 範 囲

1. 基材上に発光ダイオード素子が搭載されると共に、この発光ダイオード素子の表面側が樹脂封止体によって保護されてなる発光ダイオード
- 5 において、前記発光ダイオード素子の裏面側に蛍光材含有層を設けたことを特徴とする発光ダイオード。
2. 前記発光ダイオード素子は、窒化ガリウム系化合物半導体又はS i C系化合物半導体によって形成された青色発光の発光ダイオード素子であることを特徴とする請求の範囲第1項記載の発光ダイオード。
- 10 3. 基材上に2以上の発光ダイオード素子が搭載されると共に、この発光ダイオード素子の表面側が樹脂封止体によって保護されてなる発光ダイオードにおいて、前記2以上の発光ダイオード素子のうち、少なくとも1つが窒化ガリウム系化合物半導体又はS i C系化合物半導体によって形成された青色発光の発光ダイオード素子であり、この青色発光の発
- 15 光ダイオード素子の裏面側に蛍光材含有層が設けられていることを特徴とする発光ダイオード。
4. 前記蛍光材含有層は、接着剤の中に蛍光材を分散させたものであり、この蛍光材含有層の接着作用によって発光ダイオード素子の裏面を基材に固着したことを特徴とする請求の範囲第1項又は第3項記載の発光ダイ
- 20 オード。
5. 前記蛍光材含有層は、蛍光材と接着剤とが分離して形成され、基材の上面には蛍光材含有樹脂層と接着剤層とが層状に形成されることを特徴とする請求の範囲第1項又は第3項記載の発光ダイオード。
6. 前記蛍光材含有層は、基材の上面に印刷手段を用いて形成されることを特徴とする請求の範囲第4項又は第5項記載の発光ダイオード。
- 25 7. 前記蛍光材含有層は、基材の上面に貼付された蛍光材含有樹脂シートであることを特徴とする請求の範囲第1項又は第3項記載の発光ダイ

オード。

8. 前記蛍光材は、イットリウム化合物であることを特徴とする請求の範囲第4項、第5項及び第7項のいずれか記載の発光ダイオード。

9. 前記蛍光材含有層の周囲は、前記基材の上面に設けられた堰によって囲まれていることを特徴とする請求の範囲第1項又は第3項記載の発光ダイオード。

10. 前記蛍光材含有層の下面側又は基材上面に反射面が設けられることを特徴とする請求の範囲第1項又は第3項記載の発光ダイオード。

11. 前記発光ダイオード素子の周囲には上方に向かって外側に傾斜する反射面が設けられることを特徴とする請求の範囲第1項又は第3項記載の発光ダイオード。

12. 前記樹脂封止体の上面側には凸状のレンズ部が形成されていることを特徴とする請求の範囲第1項又は第3項記載の発光ダイオード。

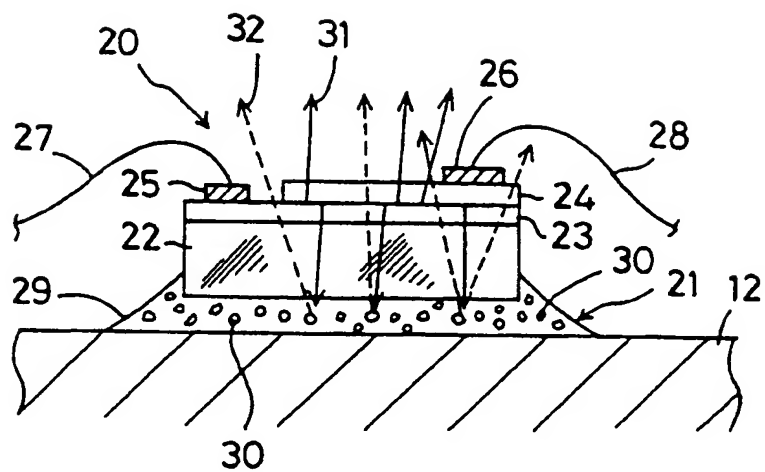
13. 前記樹脂封止体の上面側が平面状に形成され、この上面側に蛍光材含有層が形成されることを特徴とする請求の範囲第1項又は第3項記載の発光ダイオード。

14. 前記基材は、ガラスエポキシ基板又は液晶ポリマからなる立体成形基板、あるいは薄板金属基板のいずれかであることを特徴とする請求の範囲第1項又は第3項記載の発光ダイオード。

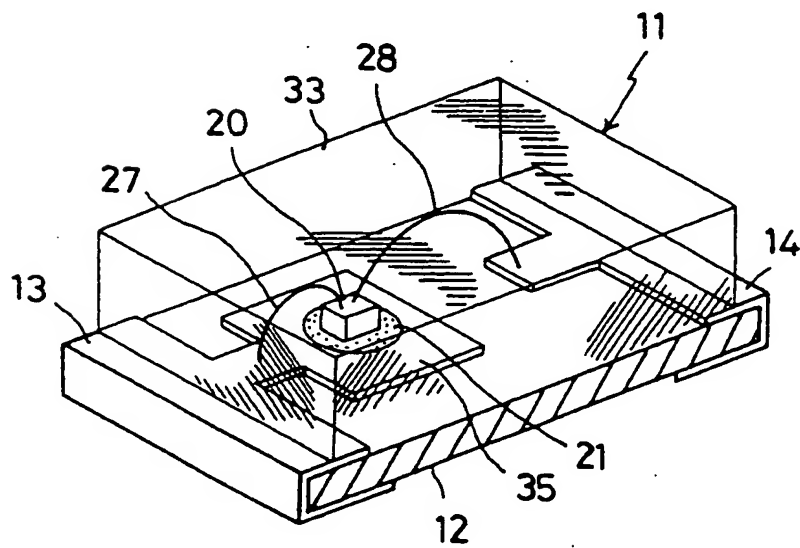
15. 前記発光ダイオード素子は基材に設けられた一対の電極に接続されており、この電極がマザーボード上のプリント配線に直接表面実装されることを特徴とする請求の範囲第1項又は第3項記載の発光ダイオード。



第3図

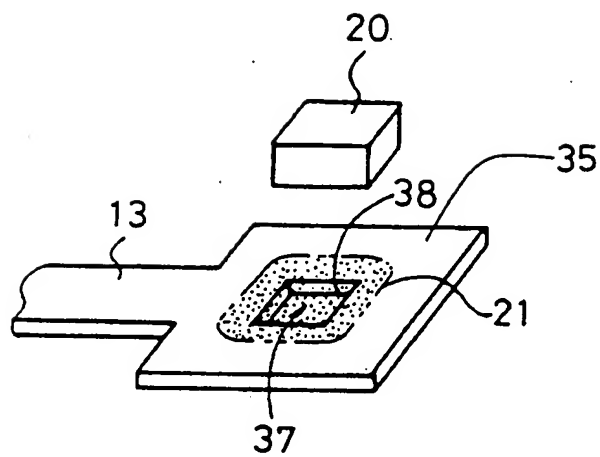


第4図

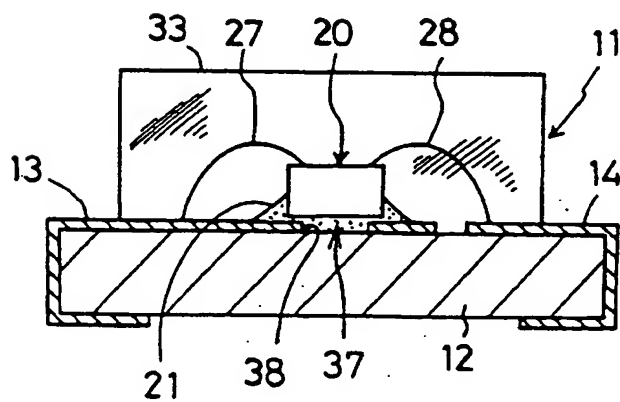




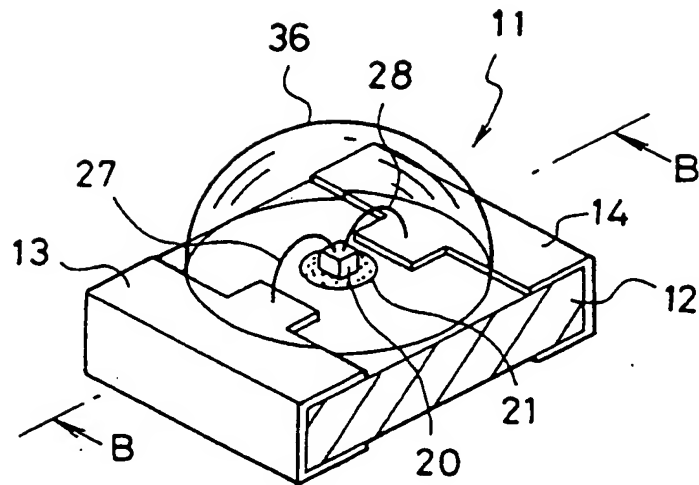
第5図



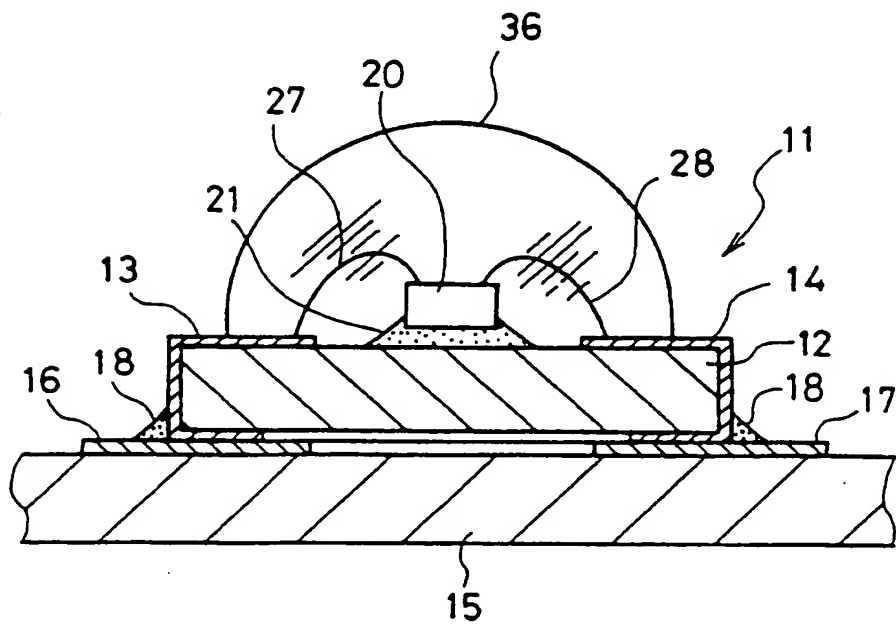
第6図



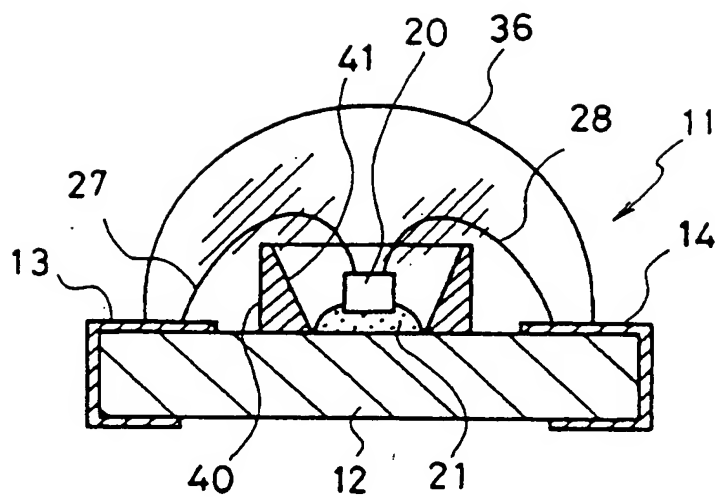
第7図



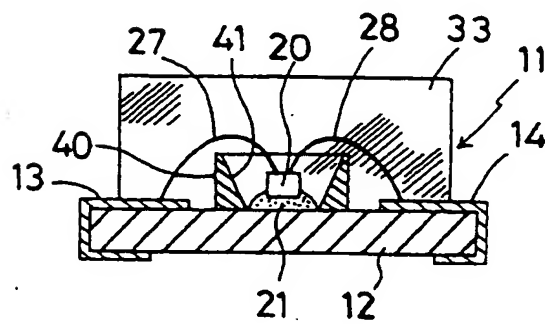
第8図



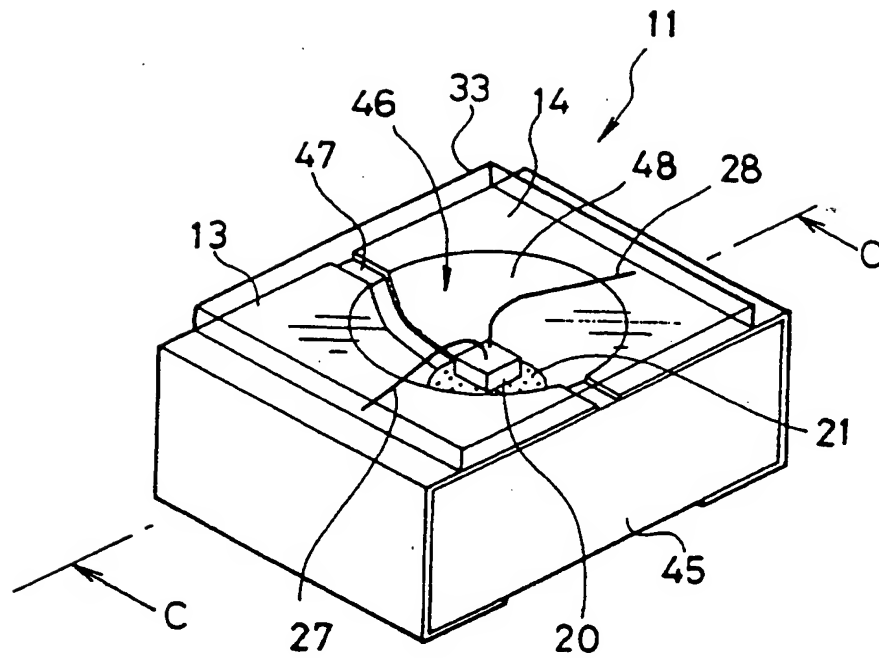
第 9 図



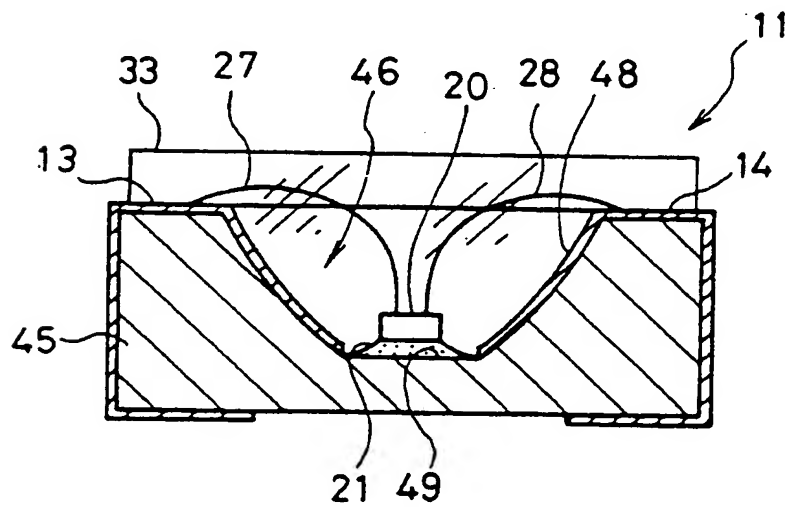
第 10 図



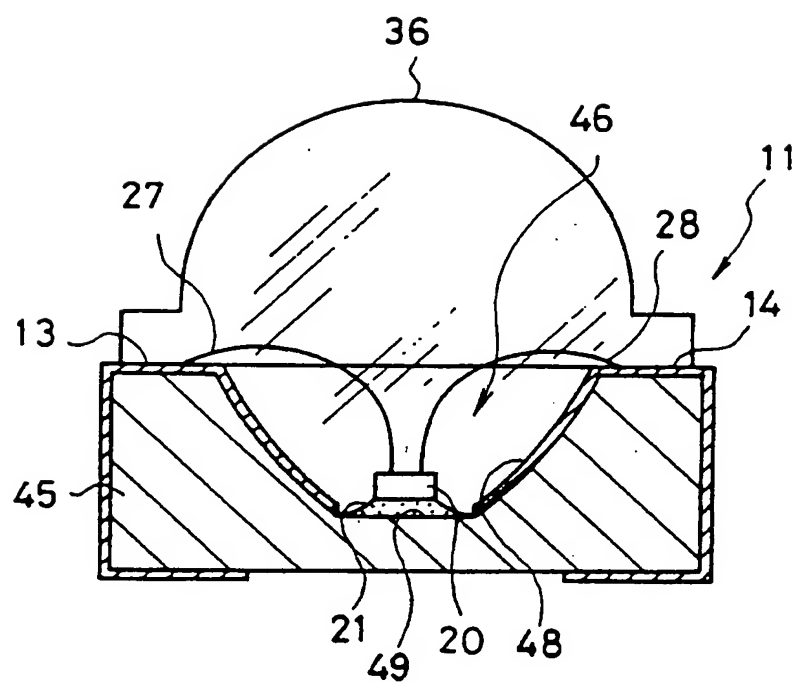
第11図



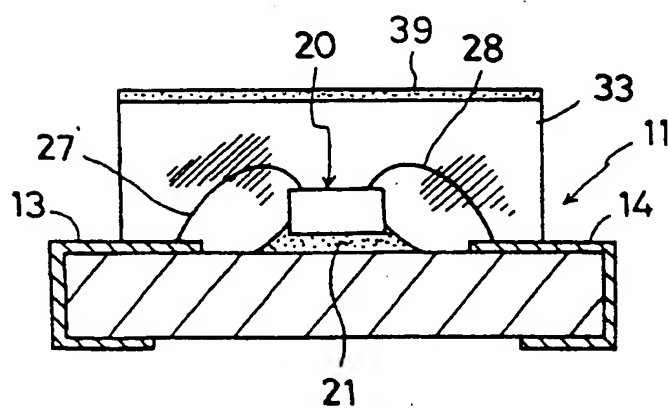
第12図



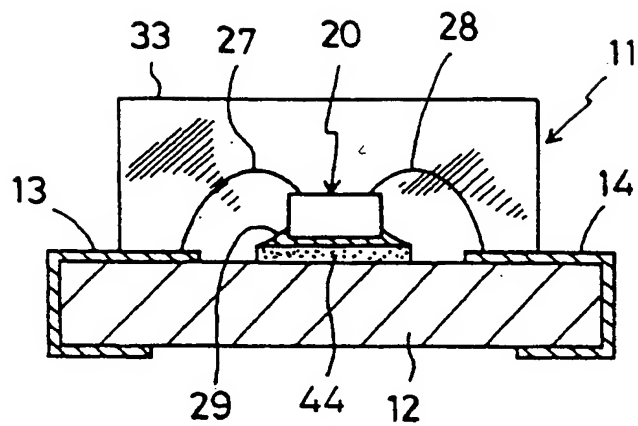
第 1 3 図



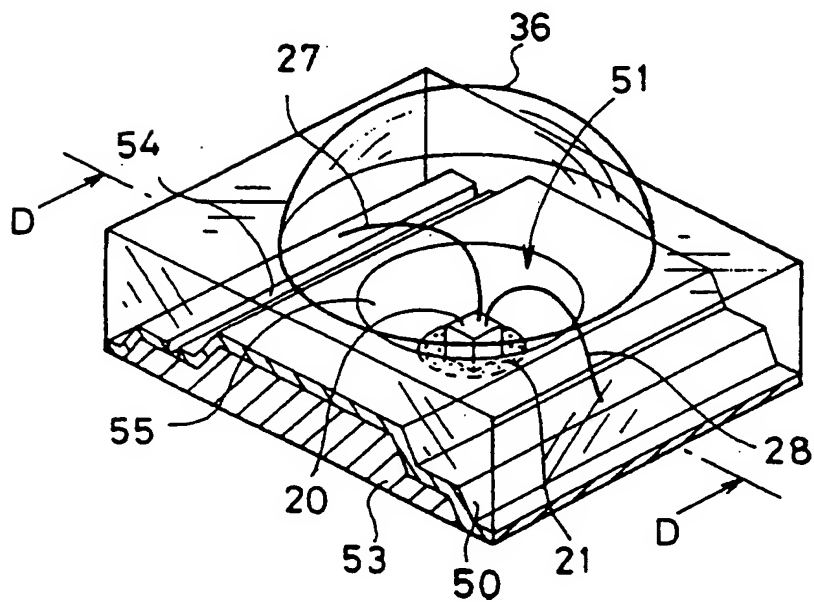
第 1 4 図



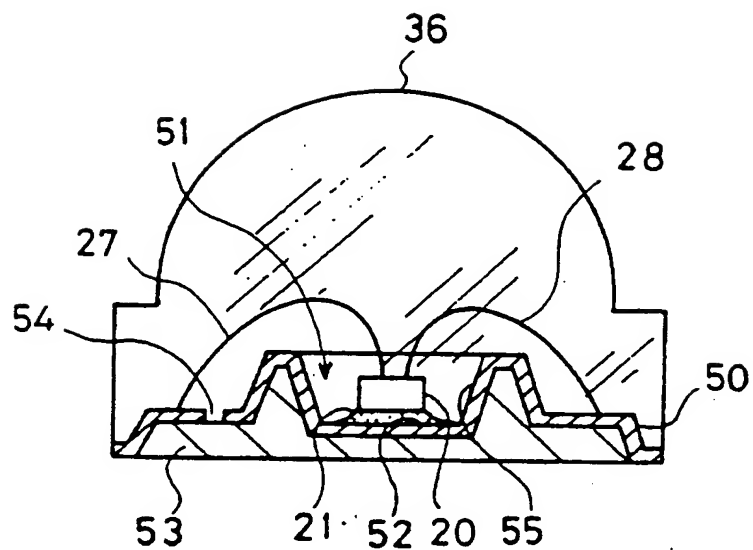
第 1 5 図



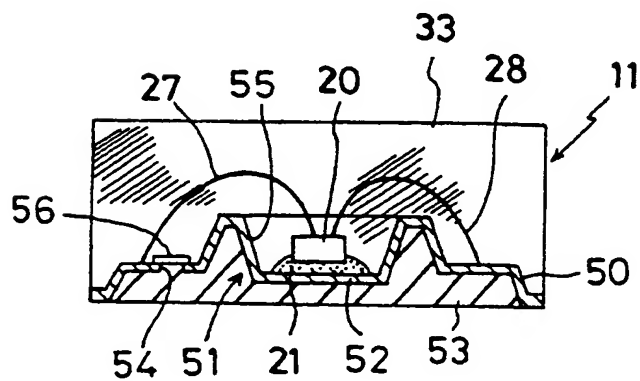
第 1 6 図



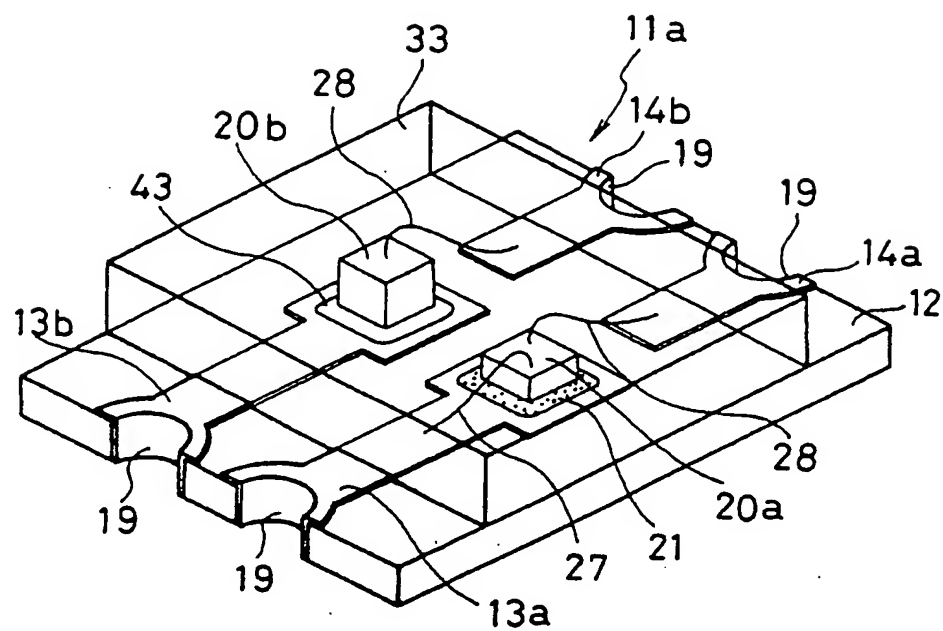
第17図



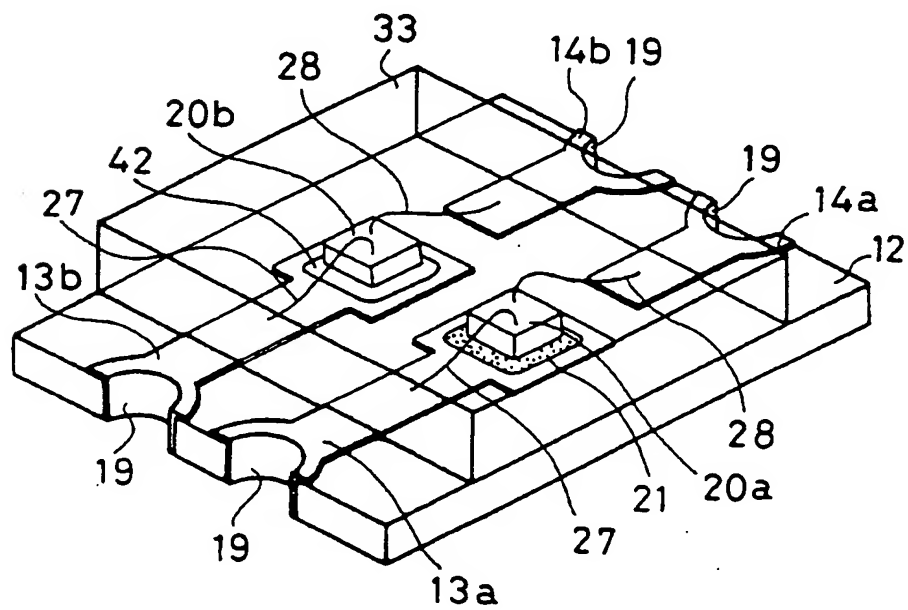
第18図



第 19 図

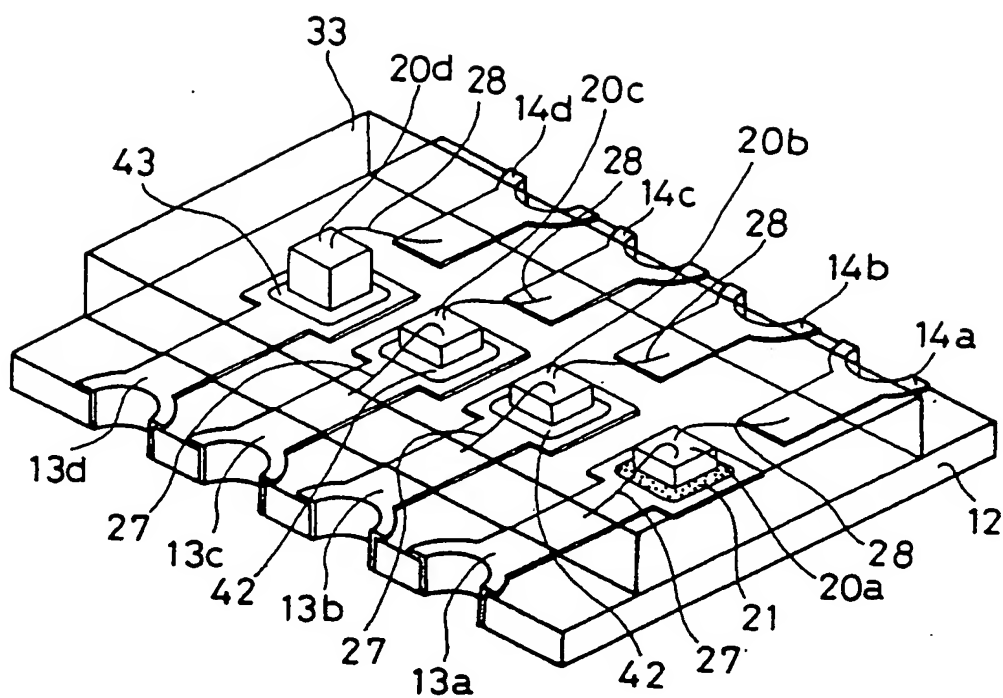


第 20 図

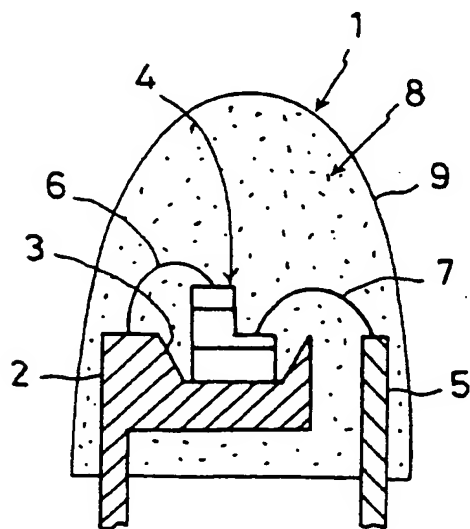




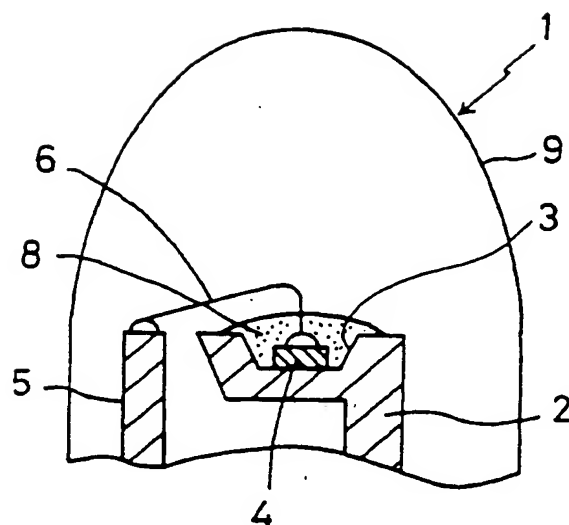
第 2 1 図



第 2 2 図



第 2 3 図



## 符号の説明

- 1 1 …発光ダイオード
- 1 2 …ガラエポ基板（基材）
- 1 3 …上面電極
- 1 4 …アノード電極
- 1 5 …マザーボード
- 1 6 …プリント配線
- 1 7 …プリント配線
- 2 0 …発光ダイオード素子
- 2 1 …蛍光材含有層
- 2 9 …接着剤
- 3 0 …蛍光材
- 3 3 …樹脂封止体
- 3 6 …樹脂封止体
- 3 8 …堰
- 4 0 …反射枠
- 4 1 …内周壁
- 4 4 …蛍光材含有塗料
- 4 5 …立体成形基板（基材）
- 5 0 …薄板金属基板（基材）

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04006

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl.<sup>7</sup> H01L33/00Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1965-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP, 11-87778, A (Toshiba Corporation), 30 March, 1999 (30.03.99),	1, 2
X	Fig. 71	3
X	Par. Nos. 0209, 0210	4, 6
X	Par. No. 0211	5, 6
X	Par. No. 0212	7
X	Par. No. 0033	8
Y	Figs. 65-75, 89-93	13
Y	Figs. 65-75 (Family: none)	9-12, 14, 15
Y	JP, 7-288341, A (Nichia Chemical Industries Ltd.), 31 October, 1995 (31.10.95), Full text; all drawings (Family: none)	3
Y	JP, 9-321341, A (Nichia Chemical Industries Ltd.), 12 December, 1997 (12.12.97), Full text; all drawings (Family: none)	3
Y	JP, 7-235696, A (Sharp Corporation), 05 September, 1995 (05.09.95), Fig. 8	9, 11

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
11 September, 2000 (11.09.00)Date of mailing of the international search report  
26 September, 2000 (26.09.00)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP00/04006

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Figs. 1, 4	
Y	Figs. 12, 13 (Family: none)	10 12
	JP, 10-242526, A (Shichizun Denshi K.K.), 11 September, 1998 (11.09.98), Fig.2	
Y	Par. No. 0009	11, 12
Y	Fig. 7 (Family: none)	14 15
Y	JP, 1-283883, A (Matsushita Electric Ind. Co., Ltd.), 15 November, 1989 (15.11.89), page 2, lower left column, lines 11 to 13 (Family: none)	14
Y	JP, 11-46018, A (Shichizun Denshi K.K.), 16 February, 1999 (16.02.99), Par. No. 0019 (Family: none)	14
A	JP, 11-31845, A (Nichia Chemical Industries Ltd.), 02 February, 1999 (02.02.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-15

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JPO0/04006

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01L33/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl. H01L33/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1965-1996

日本国公開実用新案公報 1971-2000

日本国実用新案登録公報 1996-2000

日本国登録実用新案公報 1994-2000

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP, 11-87778, A (株式会社東芝) 図65乃至図75 30.3月.1999	1, 2
X	(30.03.99)	3
X	図71	4, 6
X	段落0209, 0210	5, 6
X	段落0211	7
X	段落0212	8
Y	段落0033	13
Y	図65乃至図75, 図89乃至図93	9-12, 14, 15
	図65乃至図75	
	(ファミリーなし)	

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

11.09.00

国際調査報告の発生日

26.09.00

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

近藤 幸浩

印

2K

8422

電話番号 03-3581-1101 内線 3253

C (続き) . 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示		関連する 請求の範囲の番号
Y	JP, 7-288341, A (日亜化学工業株式会社) (31. 10. 95) 全文, 全図 (ファミリーなし)	31. 10月. 1995	3
Y	JP, 9-321341, A (日亜化学工業株式会社) (12. 12. 97) 全文, 全図 (ファミリーなし)	12. 12月. 1997	3
Y	JP, 7-235696, A (シャープ株式会社) (05. 09. 95) (ファミリーなし)	図8 5. 9月. 1995 図1, 4 図12, 13	9, 11
Y			10
Y			12
Y	JP, 10-242526, A (株式会社シチズン電子) (11. 09. 98) (ファミリーなし)	図2 11. 9月. 1998 段落0009 図7	11, 12
Y			14
Y			15
Y	JP, 1-283883, A (松下電器産業株式会社) (15. 11. 89) 第2頁左下欄第11-13行 (ファミリーなし)	15. 11月. 1989	14
Y	JP, 11-46018, A (株式会社シチズン電子) (16. 02. 99) (ファミリーなし)	16. 2月. 1999 段落0019	14
A	JP, 11-31845, A (日亜化学工業株式会社) (02. 02. 99) 全文, 全図 (ファミリーなし)	2. 2月. 1999	1-15

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**